RETURN TO
CALIBRATION & SECTION
STANDARDS LABORATORY
A-277

ROHDE & SCHWARZ

www.manualsplus.com
1001037

BESCHREIBUNG

ABSTIMMBARER ANZEIGEVERSTÄRKER

TUNABLE INDICATING AMPLIFIER

Type UBM

RETURN TO
CALIBRATION & SECONDARY
STANDARDS LABORATORY
A-277

BESCHREIBUNG

ABSTIMMBARER ANZEIGEVERSTÄRKER

Type UBM BN 12121/2

English translation see page 15

ROHDE & SCHWARZ SALES CO. (U.S.A.) INC.
111 LEXINGTON AVENUE
P. O. BOX 148
PASSAIC, NEW JERSEY (201) 773-8010

Anmerkung: Wir bitten, bei technischen Anfragen, insbesondere bei einer Anforderung von Ersatzteilen, außer der Type und Bestellnummer (BN) immer auch die Fabrikationsnummer (FNr.) des Gerätes anzugeben.

Ausgabe 12121/2 A/762 d/e

Inhaltsübersicht

1. Eigenschaften 3

2. Anwendung 5

3. Inbetriebnahme und Bedienung 6

3.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten 6

3.2. Eingang 7

3.3. Empfindlichkeit und Rückkopplung 7

3.4. Ausgänge 7

3.5. Anzeige 8

3.6. Abstimmung 8

4. Arbeitsweise und Aufbau 8

5. Schaltteilliste 11

Frontplatte 29

Stromlauf 31

1. Eigenschaften

Frequenzbereich	45 Hz ... 600 kHz
unterteilt in 5 Teilbereiche	45 ... 450 Hz 300 ... 3000 Hz 2 ... 18 kHz 12 ... 120 kHz 70 ... 600 kHz
Betriebsarten	abgestimmt und unabgestimmt
Resonanzbreite bei abgestimmter Betriebsart	etwa 1 ... 10% regelbar
Bedarf an Eingangsspannung	
für $^1/_{10}$ Vollausschlag bei etwa 2% Bandbreite	etwa 5 µV
bei unabgestimmter Betriebsart	etwa 100 µV
Maximale Eingangsspannung	etwa 50 V_{eff}
Spannungsanzeige	durch Instrument
Skalenverlauf	bis $^1/_{10}$ des Vollausschlages linear, darüber 2 Dekaden logarithmisch
Verstärkungsregelung bei abgestimmter Betriebsart	in 5 Stufen je 1 : 10 und stetig durch Rückkopplung
Verstärkungsregelung bei unabgestimmter Betriebsart	in 5 Stufen je 1 : 10
Eingang	umrüstbare 13-mm-Buchse nach 4/13 DIN 47284 R&S-Sach-Nr. FMU 90100 (siehe Fußnote auf Seite 4)
Eingangswiderstand	1 MΩ parallel etwa 30 pF
Verstärker-Ausgang	a) umrüstbare 13-mm-Buchse nach 4/13 DIN 47284 R&S-Sach-Nr. FMU 90100 (siehe Fußnote auf Seite 4) b) Telefonbuchsen für 2 Kopfhörer
Innenwiderstand	a) etwa 10 kΩ, b) etwa 18 kΩ
Klirrfaktor der Ausgangsspannung	< 1 % bis 400 kHz < 1,5% bis 600 kHz bei abgeschalteter Anzeige und Ausgangsspannung ≦ 5 V
Brummspannung im empfindlichsten Bereich auf den Eingang bezogen	etwa 2 µV

Netzanschluß	115/125/220/235 V ±10% 47 . . . 63 Hz (30 VA)
Bestückung	4 Röhren EF 80 1 Stabilisator 150 C 2 1 Schmelzeinsatz 0,4 C DIN 41571 1 Zwergglimmlampe 220 V
Abmessungen	470 x 275 x 260 mm (R&S-Normkasten Größe 46)
Gewicht	15 kg

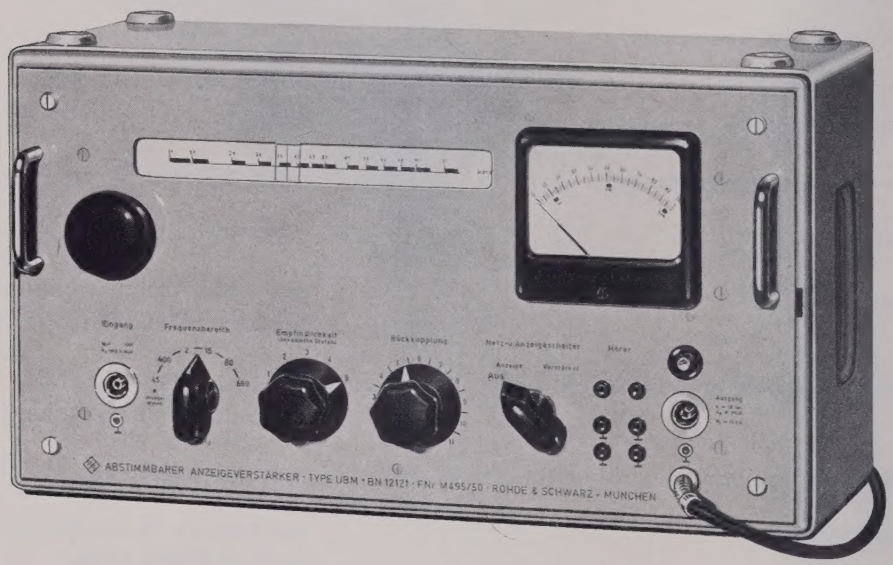


Bild 1. Abstimmbarer Anzeigeverstärker Type UBM BN 12121/2

Umrüstsätze: Die beiden koaxialen 13-mm-Buchsen FMU 90100 sind ohne weiteres geeignet für Stecker 4/13 DIN 47284, zum Beispiel für die R&S-Typen FS 413/11, FS 413/12 und FSW 413/11. Diese Buchsen sind jedoch für andere Steckersysteme umrüstbar. Der Umrüstsatz braucht nur eingeschraubt und mit den zwei gegebenen Gewindestiften fixiert zu werden. Wir liefern Umrüstsätze

Bestell-Nummer	zur Umrüstung auf
FHD 10990	Serie UHF (z. B. Amphenol)
FHD 20990	Serie N (z. B. Amphenol)
FHD 30990	Serie C (z. B. Amphenol)
FHD 40990	Serie BNC (z. B. Amphenol)
FID 90990	4/13 DIN 47283 (Siemens-Stecker)
FLA 20990	General Radio 874 B
FMU 10990	Kurzhubstecker Dezifix B (R&S)

2. Anwendung

Der Anzeigeverstärker Type UBM ist wegen seines umfangreichen Frequenz- und Spannungsbereiches sowohl für den Tonfrequenztechniker im Labor und Prüffeld als auch für den Trägerfrequenztechniker des Überwachungsdienstes ein vielseitig verwendbares Gerät. Im Labor und Prüffeld kann das Gerät u. a. als Nullspannungsanzeiger einer Tonfrequenz- oder Hochfrequenz-Meßbrücke sehr vorteilhaft verwendet werden, beispielsweise für Kapazitäts-, Induktivitäts- und Frequenz-Meßbrücken oder in Verbindung mit unserer Verlustfaktor-Meßbrücke Type VKB.

Dank der guten Selektivität des Anzeigeverstärkers ist es hierbei bedeutungslos, ob der die Brücke speisende Generator eine sinusförmige oder eine verzerrte Meßspannung liefert. Ebenfalls ohne Bedeutung sind Oberwellen, die in der Meßbrücke selbst, z. B. infolge der Sättigung eines Ein- oder Ausgangsübertragers oder im Meßobjekt selbst, erzeugt werden. Es ist in allen Fällen, das heißt trotz der am Eingang des Anzeigeverstärkers vorhandenen Oberwellen, ein scharfes und damit eindeutiges Minimum an Nullspannung erzielbar, so daß die gegebene Meßgenauigkeit einer Brücke auch ausgenützt werden kann.

Durch Rückkopplung über ein RC-Phasenschiebernetzwerk kann die Grundwelle gegenüber Oberwellen bis zu 100 : 1 herausgehoben werden. Maßgebend für die Anzeige ist dann praktisch nur die Grundwelle der Eingangsspannung. Noch bedeutender ist die Anhebung der Grundwelle im Verhältnis zu einer unterhalb der Nutzfrequenz liegenden Störfrequenz, da für diese Frequenz zusätzlich eine Gegenkopplung auftritt. Bei einem Frequenzverhältnis (Nutz- : Störfrequenz) von 2 : 1 erscheint die Störfrequenz bei obigem Beispiel rund 250 : 1 abgeschwächt; für ein Frequenzverhältnis 10 : 1 ist ein Amplitudenverhältnis von 1000 : 1 erreichbar. Dies ist dann von besonderer Bedeutung, wenn die Meßspannung (z. B. von 1000 Hz) mit einer beträchtlichen Brummspannung (z. B. von 50 Hz) überlagert ist. Ein breitbandiger Null-Spannungsanzeiger wäre hierbei für eine exakte Brückenmessung unbrauchbar.

Dieselben selektiven Eigenschaften hat der Anzeigeverstärker UBM bei Verwendung als Durchgangsverstärker. Er kann dabei als verstärkendes Resonanzfilter verwendet werden, dessen Bandbreite (mittels Rückkopplung) von etwa 1 . . . 10% stetig regelbar ist. Die Verstärkung ist dabei etwa 1000/Bandbreite, bei 1% Bandbreite also etwa gleich 100 000 (siehe auch Bild 3 auf Seite 10). Der Klirrfaktor der Ausgangsspannung liegt unter etwa 1% bei Frequenzen von 45 Hz bis 400 kHz und unter etwa 1,5% von 400 bis 600 kHz. Bedingung hierfür ist nur, daß man den Anzeigeteil des UBM abschaltet und 5 V Ausgangsspannung nicht überschreitet.

Besondere Vorteile bietet der Anzeigeverstärker UBM wegen seiner auch bei tiefen Frequenzen guten Selektivität beim Aufsuchen von Brummspannungsquellen, beispielsweise dann, wenn in einer Zusammenschaltung netzgespeister Geräte mehrere Brummspannungen gleichzeitig auftreten und der jeweilige Entstehungsort ermittelt werden muß. Hier kann man in besonders unübersichtlichen Fällen zum Beispiel so vorgehen, daß man die einzelnen Geräte aus Generatoren mit verschiedenen (Netz-)Frequenzen speist und dann mit Hilfe des UBM die einzelnen Störspannungsquellen lokalisiert. Frequenzen, wie zum Beispiel 45 Hz, 50 Hz und 55 Hz, vermag der Anzeigeverstärker einwandfrei getrennt anzuzeigen.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten bestehen für das Gerät UBM auf dem Gebiet der leitungsgerichteten Trägerfrequenztechnik. Der Anzeigeverstärker ist auf die in einer Trägerfrequenzanlage auftretenden Ton-, Umsetzer- und Trägerfrequenzen abstimmbar und ermöglicht u. a. die Prüfung der in solchen Anlagen besonders scharf abschneidenden Trennfilter der verschiedenen Kanäle oder die Ermittlung der Nebensprechdämpfung. Auch eine überschlägliche Messung des Klirrfaktors durch Frequenzanalyse ist mit Hilfe des UBM möglich. Ferner ist das Gerät auch als RC-Generator (Frequenzbereich 45 Hz . . . 600 kHz) verwendbar, falls hinsichtlich Klirrfaktor und Frequenzgenauigkeit keine besonderen Anforderungen gestellt werden.

3. Inbetriebnahme und Bedienung

3.1. Einstellen auf die gegebene Netzspannung und Einschalten

Ab Werk ist das Gerät für 220 V Netzspannung eingestellt. Um es für eine der anderen Spannungen (115, 125 oder 235 V) umstellen zu können, muß man an den Ecken der Frontplatte die vier Schrauben lösen, das Gerät aus seinem Gehäuse nehmen und auf dem Spannungswähler das mit der gegebenen Netzspannung bezeichnete Kontaktfedernpaar mit einer geeigneten Feinsicherung überbrücken. Für 235 V ist die für 220 V eingesetzte Sicherung geeignet.

Für 115 oder 125 V muß eine 0,6-A-Sicherung (0,6 C DIN 41571) eingesetzt werden. Nach ordnungsgemäßem Wiedereinbau und Anschließen an das Netz kann das Gerät mit dem rechten Knopf (von Stellung „Aus" auf „Anzeige") eingeschaltet werden. Die kleine Glimmlampe über der koaxialen Ausgangsbuchse dient zur Überwachung des Einschaltzustandes.

3.2. Eingang

Der Mantel der koaxialen Eingangsbuchse (links unten) liegt an Masse; ebenso die darunter befindliche Telefonbuchse. So kann der Anschluß am UBM auch über 4-mm-Bananenstecker hergestellt werden. Bei tiefen Frequenzen, insbesondere im Bereich der Netzfrequenz, ist es aber erforderlich, ein abgeschirmtes Kabel mit koaxialem Stecker zu verwenden. Über die passenden Stecker bzw. Umrüstsätze siehe Fußnote auf Seite 4. Der hohe Eingangswiderstand von 1 MΩ mit 30 pF Parallelkapazität stellt in der Regel nur eine unbedeutende Belastung des Meßobjektes dar.

3.3. Empfindlichkeit und Rückkopplung

Mit dem zweiten Schaltknopf (v. l. n. r.) ist die Spannungsempfindlichkeit in fünf dekadischen Stufen einstellbar. Die Stufe 5 ist die empfindlichste. Bei abgestimmtem Betrieb ist die Empfindlichkeit auch von dem mit dem Knopf „Rückkopplung" eingestellten Rückkopplungsgrad und mithin von der Bandbreite abhängig. Die Empfindlichkeit steigt mit zunehmendem Rückkopplungsgrad. Die Bandbreite dagegen nimmt in dem Maße ab, wie der Rückkopplungsgrad gesteigert wird. Bei ganz nach links gedrehtem Rückkopplungsregler beträgt die Bandbreite etwa 10%, bei noch gut ausnutzbarer Rückkopplungseinstellung etwa 1%. Zur Erzielung der höchstmöglichen Empfindlichkeit steigert man die Rückkopplung zunächst so weit, bis der Verstärker schwingt und erniedrigt sie dann wieder so weit, bis die Schwingungen gerade aussetzen. Das Einsetzen bzw. Aussetzen der Schwingungen ist an dem plötzlichen Anstieg bzw. Rückgang der Ausgangsspannung erkenntlich. Nach einer Änderung des Rückkopplungsgrades muß der Verstärker nachgestimmt werden.

3.4. Ausgänge

Der Mantel der koaxialen Ausgangsbuchse sowie die darunter befindliche Telefonbuchse liegen an Masse. Die koaxiale Ausgangsbuchse ist z. B. dann von Vorteil, wenn das Gerät als (selektiver oder breitbandiger) Durchgangsverstärker benutzt wird oder wenn zur Erzielung sehr hoher Weitabselektion zwei Anzeigeverstärker über ein koaxiales Kabel hintereinander geschaltet werden. Der Innenwiderstand dieses Ausgangs beträgt etwa 10 kΩ. In die Buchse paßt ein Stecker bzw. Umrüstsatz nach Fußnote Seite 4. Die beiden mit „Hörer" bezeichneten Ausgänge sind parallelgeschaltet und liegen über einem 8-kΩ-Widerstand an der koaxialen Ausgangsbuchse. Der Innenwiderstand beträgt rund 18 kΩ.

3.5. Anzeige

Die Skala des Anzeigeinstrumentes ist in Anbetracht des Verwendungszweckes des Gerätes nur grob geeicht. Bis zur ersten Eichmarke ist die Anzeige nahezu linear, darüber ungefähr logarithmisch. Mit dem „Netz- und Anzeigeschalter" kann der Anzeigeteil durch Umschalten von „Anzeige" auf „Verstärker" vom Ausgang abgeschaltet werden. Dies empfiehlt sich immer dann, wenn das Gerät als Durchgangsverstärker oder Resonanzfilter verwendet und dabei ein möglichst kleiner Klirrfaktor der Ausgangsspannung erzielt werden soll. Hält man die Ausgangsspannung unter 5 V, dann liegt der Klirrfaktor unter 1% bis 400 kHz und unter etwa 1,5% bis 600 kHz.

3.6. Abstimmung

Frequenzbereichschalter und gleichzeitig Umschalter für unabgestimmten Betrieb ist der Bedienungsknopf links unten. Die Feinabstimmung auf die gewünschte Frequenz geschieht mit dem Knopf links in der Mitte. Dabei muß man berücksichtigen, daß die Abstimmung vom jeweils eingestellten Rückkopplungsfaktor und mithin von der Bandbreite etwas abhängig ist. Aus diesem Grunde ist auch die Frequenzskala nicht, wie sonst üblich, mit einer durchgehend feingegliederten Teilung, sondern nur in bestimmten Abständen (z. B. bei 45, 50, 60, 70 Hz usw.) mit Eichstrichen versehen und diesen je eine Marke zugeordnet, deren Länge der durch die Rückkopplung bedingten Frequenzänderung entspricht. Dabei entspricht die Lage der Eichstriche der Abstimmung bei bis kurz vor dem Schwingungseinsatz angezogener Rückkopplung, d. h. einer Rückkopplungseinstellung für etwa 1% Bandbreite. Bei 10% Bandbreite dagegen liegt die Abstimmung jeweils am rechten Ende einer Marke. Eine Änderung der Rückkopplungseinstellung macht also eine Nachstimmung erforderlich. Von den anderen Bedienungsorganen ist die Abstimmung unabhängig.

4. Arbeitsweise und Aufbau

Bild 2 zeigt die vereinfachte Schaltung des abstimmbaren Anzeigeverstärkers UBM. Grundsätzlich arbeitet das Gerät wie folgt: Die selektiv oder nicht selektiv anzuzeigende Spannung gelangt über den in fünf Stufen umschaltbaren Eingangsteiler an die als breitbandiger Vorverstärker und als Trennstufe wirkende Röhre Rö1, von dieser an die wahlweise selektiv oder breitbandig schaltbare Verstärkerstufe Rö2 und von deren Ausgang an die breitbandige Endstufe Rö4. Zur Gleichrichtung und Anzeige der Ausgangsspannung dient die Kristalldiode Gl1 und das Drehspulinstrument I1.

Die Selektion der gewünschten Frequenz erfolgt durch den zwischen der Anode der Röhre Rö2 und dem Gitter der Röhre Rö3 liegenden RC-Phasenschieber. Der Katodenverstärker Rö3 dient dabei lediglich als Impedanzwandler zwischen dem (besonders bei tiefen Frequenzen sehr hochohmigen) Phasenschieberausgang und der Rückkopplungsleitung. Ein Höchstwert an Ausgangsspannung (Anzeige) ergibt sich dann, wenn der Phasenschieber für die Frequenz der Eingangsspannung eine Phasendrehung von

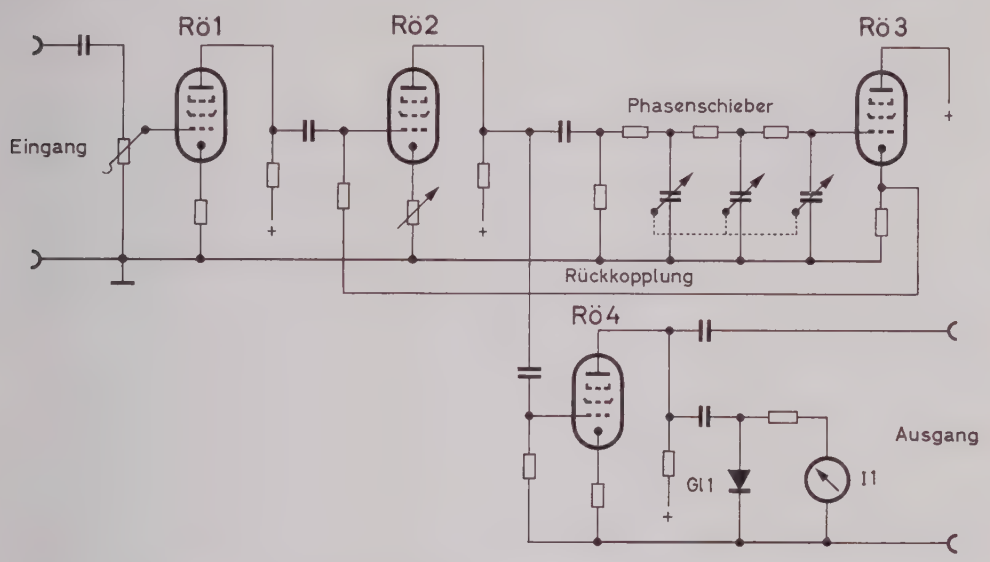


Bild 2. Vereinfachter Stromlauf des abstimmbaren Anzeigeverstärkers Type UBM

annähernd 180° bewirkt. Die Rückkopplung ist mit Hilfe des regelbaren Katodenwiderstandes von Rö2 bis zur Selbsterregung des Verstärkers einstellbar. Kurz vor dem Schwingungseinsatz ist die Verstärkung am größten und die Bandbreite am kleinsten. Bei extremer Rückkopplungseinstellung können Verstärkungsgrade bis zu 300 000 erreicht werden. Dabei beträgt die Bandbreite etwa 0,3% der eingestellten Frequenz. Eine stetige Einstellbarkeit der Bandbreite bis rund 10% ist durch die Regelbarkeit des Rückkopplungsgrades gegeben. Dabei fällt die Gesamtverstärkung des Gerätes in dem Maße ab, wie die Bandbreite zunimmt. Nach höheren und tieferen Frequenzen hin wird die Rückkopplung wegen der hierbei zunehmenden Phasenabweichung immer wirkungsloser, wodurch die Ausgangsspannung rasch abfällt.

Bild 3 zeigt den grundsätzlichen Verlauf der Selektionskurve für drei verschiedene Bandbreiten (Rückkopplungseinstellungen). Wie die Kurve veranschaulicht, kann die erste Oberwelle bei 0,3% Bandbreite etwa 100 : 1 geschwächt werden. Noch bedeutender ist die Dämpfung für Frequenzen, die unterhalb der am Phasenschieber eingestellten Nutzfrequenz liegen, da der Phasenschieber mit abnehmender Frequenz außer der Phasendrehung auch eine zunehmende Gegenkopplung bewirkt.

In der Anfangsstellung des Frequenzbereichschalters S21 ... IV arbeitet der ganze Verstärker breitbandig (siehe Stromlauf). Hierbei ist der Phasenschiebereingang abgeschaltet und das Steuergitter der Röhre Rö3 gegen Masse kurzgeschlossen. Der Gesamtverstärkunsfaktor beträgt hierbei durchschnittlich 3000. Eine stetige Regelbarkeit der Verstärkung ist in Anbetracht des logarithmischen Anzeigebereiches (100 : 1) nicht vorgesehen. Die Verstärkung, d. h. die Spannungsempfindlichkeit des Gerätes, kann jedoch durch den Eingangsteiler in 5 Stufen zu je 10 : 1, insgesamt also im Verhältnis 10000 : 1, reduziert werden. Als Gleichrichter der Ausgangsspannung dienen die Kristalldioden Gl1, zur Anzeige das Drehspulinstrument I1 (100 µA). Zur Erzielung eines möglichst kleinen Klirrfaktors der Ausgangsspannung ist der Anzeigeteil mittels S3 abschaltbar. S3 ist gleichzeitig Netzschalter. Der logarithmische Skalenverlauf des Instrumentes wird durch den als spannungsabhängiger Nebenschlußwiderstand wirkenden Gleichrichter Gl2 erreicht.

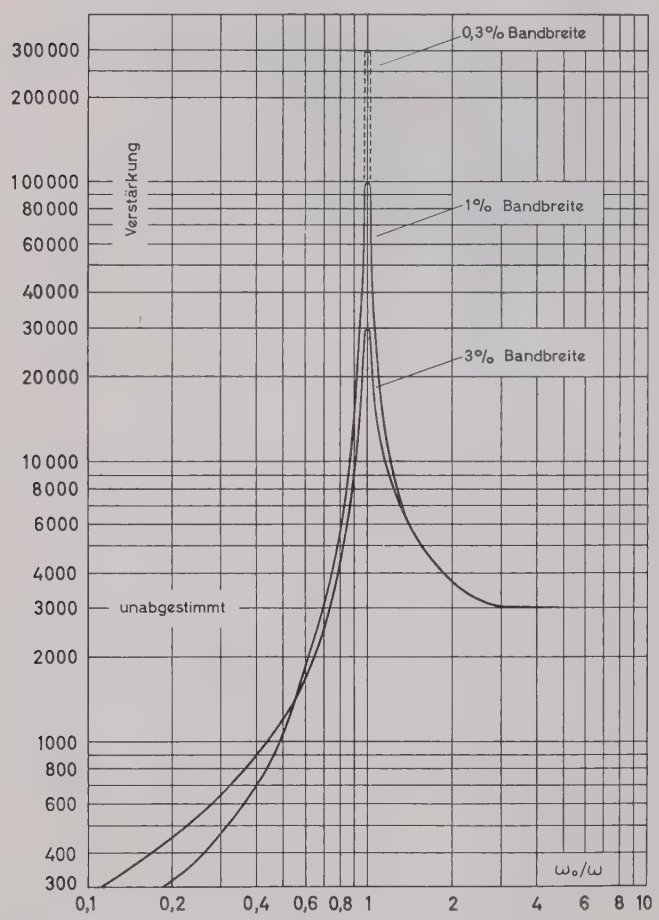


Bild 3. Selektion in Abhängigkeit vom Rückkopplungsgrad

Der Netzteil ist für die vier Netzwechselspannungen 115, 125, 220 und 235 V eingerichtet. Zur Erzeugung der Anodenspannung dient der Gleichrichter Gl4. Die Anoden- und Schirmgitterspannungen der Röhren Rö1, Rö2 und Rö3 sind durch die Glimmröhre Rö5 stabilisiert. Die Röhren Rö1–Rö2–Rö3 sind mit Gleichstrom geheizt (Gl3 mit Siebglied L1–C40). Dadurch sind hohe Rückkopplungsgrade stabil einstellbar und die sehr hohe Spannungsempfindlichkeit auch dann mühelos ausnutzbar, wenn auf die Netzfrequenz abgestimmt wird.

5. Schaltteilliste

(ÄZ „g" Nr. 6854)

(Kennzeichen nach Stromlauf)

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 1	Papierkondensator	25 000 pF/630 V	CPK 25 000/630
C 2	Keramik-Kondensator	3 pF 0,5 pF	CCG 41/3 CCG 11/0,5 parallel
C 3	Keramik-Kondensator	12 pF	CCG 68/12
C 4	Kf-Kondensator	250 pF/500 V	CKD 2/250/500
C 5	Papierkondensator	10 000 pF/630 V	CPK 10 000/630
C 6	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160 D
C 7	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 8	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160 D
C 9	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/35 V	CEG 21/1000/35
C 10	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160 D
C 11	Papierkondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C 12	MP-Kondensator	8 µF/160 V	CMR 8/160
C 13	Elektrolyt-Kondensator	100 µF/3 V	CED 3/100/3
C 14	Keramik-Kondensator	47 pF	CCH 68/47
C 15	Drehkondensator	3 x 520 pF	CD 45311
C 16	Keramik-Kondensator	22 pF	CCG 68/22
C 17	Keramik-Kondensator	22 pF	CCG 68/22
C 18	Keramik-Kondensator	6 pF	CCG 68/6
C 19	MP-Kondensator	4 µF/160 V	CMR 4/160 D
C 22	Keramik-Kondensator	5 pF	CCG 68/5
C 23	Keramik-Kondensator	5 pF	CCG 68/5
C 25	Keramik-Kondensator	3 pF	CCG 41/3
C 26	Keramik-Kondensator	1,5 pF	CCG 11/1,5
C 27	Keramik-Kondensator	1 pF	CCG 21/1
C 28	Keramik-Kondensator	0,5 pF	CCG 11/0,5
C 29	Keramik-Kondensator	1 pF	CCG 21/1
C 30	Keramik-Kondensator	0,5 pF	CCG 11/0,5
C 31	Papierkondensator	50 000 pF/630 V	CPK 50 000/630
C 32	Elektrolyt-Kondensator	10 µF/70 V	CED 3/10/70
C 34	MP-Kondensator	0,5 µF/250 V	CMR 0,5/250
C 35	MP-Kondensator	1 µF/250 V	CMR 1/250
C 36	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 37	Papierkondensator	250 000 pF/250 V	CPK 250 000/250
C 38	Papierkondensator	1000 pF/1000 V	CPK 1000/1000
C 40	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/35 V	CEG 21/1000/35

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
C 41	Elektrolyt-Kondensator	1000 µF/35 V	CEG 21/1000/35
C 42	MP-Kondensator	16 µF/350 V	CMR 16/350
C 43	MP-Kondensator	16 µF/350 V	CMR 16/350
C 44	MP-Kondensator	16 µF/350 V	CMR 16/350
Gl 1	Kristall-Dioden		4 x GK 2551
Gl 2	Kristall-Diode		GK/S 33
Gl 3	Gleichrichter	30 V/1000 mA	GNB 11/30/1000 B
Gl 4	Gleichrichter	360 V/100 mA	GNB 19/360/100 M
I 1	Drehspul-Strommesser	100 µA	INS 30111
K 1	Anschlußkabel		LK 303
L 1	Heizdrossel		12121 – 22
L 2	Drossel	28 H/1300 Ω –	DB 20/2
L 3	Drossel	16 H/270 Ω –	DB 75/2
R 1	Schichtwiderstand	1,25 MΩ/0,25 W	WF 1,25 M/0,25
R 2	Schichtwiderstand	125 kΩ/0,25 W	WF 125 k/0,25
R 3	Schichtwiderstand	12,5 kΩ/0,25 W	WF 12,5 k/0,25
R 4	Schichtwiderstand	1,25 kΩ/0,25 W	WF 1,25 k/0,25
R 5	Schichtwiderstand	125 Ω/0,25 W	WF 125/0,25
R 6	Schichtwiderstand	6 MΩ/0,5 W	WF 6 M/0,5
R 7	Schichtwiderstand	400 Ω/0,25 W	WF 400/0,25
R 8	Schichtwiderstand	80 kΩ/0,5 W	WF 80 k/0,5
R 9	Schichtwiderstand	16 kΩ/0,5 W	WF 16 k/0,5
R 10	Schichtwiderstand	10 kΩ/0,5 W	WF 10 k/0,5
R 11	Schicht-Drehwiderstand	250 Ω lin.	WS 5126/250
R 12	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,5 W	WF 1 k/0,5
R 13	Schichtwiderstand	1,6 kΩ/0,25 W	WF 1,6 k/0,25
R 14	Schichtwiderstand	16 kΩ/0,5 W	WF 16 k/0,5
R 15	Schichtwiderstand	6 kΩ/0,5 W	WF 6 k/0,5
R 16	Schichtwiderstand	4 kΩ/0,5 W	WF 4 k/0,5
R 17	Schichtwiderstand	3 kΩ/0,5 W	WF 3 k/0,5
R 18	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 19	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,25 W	WF 20 k/0,25
R 21	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 22	Schichtwiderstand	16 MΩ ± 2%/0,5 W	WF 16 M/2/0,5
R 23	Schichtwiderstand	16 MΩ ± 2%/0,5 W	WF 16 M/2/0,5
R 24	Schichtwiderstand	16 MΩ ± 2%/0,5 W	WF 16 M/2/0,5
R 25	Schichtwiderstand	20 kΩ/0,5 W	WF 20 k/0,5

Kenn-zeichen	Benennung	Wert	R&S-Sach-Nr.
R 26	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R 27	Schichtwiderstand	10 kΩ ± 1%/0,25 W	WF 10 k/1/0,25
R 28	Schichtwiderstand	10 kΩ ± 1%/0,25 W	WF 10 k/1/0,25
R 29	Schichtwiderstand	50 kΩ/0,25 W	WF 50 k/0,25
R 30	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,25 W	WF 60 k/0,25
R 31	Schichtwiderstand	60 kΩ/0,25 W	WF 60 k/0,25
R 32	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R 33	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R 34	Schichtwiderstand	400 kΩ/0,25 W	WF 400 k/0,25
R 35	Schichtwiderstand	3 MΩ/0,5 W	WF 3 M/0,5
R 36	Schichtwiderstand	2,5 MΩ/0,5 W	WF 2,5 M/0,5
R 37	Schichtwiderstand	3 MΩ/0,5 W	WF 3 M/0,5
R 39	Schichtwiderstand	1 kΩ/0,25 W	WF 1 k/0,25
R 40	Schichtwiderstand	1 MΩ/0,25 W	WF 1 M/0,25
R 41	Schichtwiderstand	100 Ω/0,25 W	WF 100/0,25
R 42	Schichtwiderstand	200 Ω/0,25 W	WF 200/0,25
R 43	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5
R 44	Schichtwiderstand	5 kΩ/0,5 W	WF 5 k/0,5
R 45	Schichtwiderstand	30 kΩ/0,5 W	WF 30 k/0,5
R 46	Schichtwiderstand	40 kΩ/0,5 W	WF 40 k/0,5
R 47	Schichtwiderstand	8 kΩ/0,5 W	WF 8 k/0,5
R 48	Schichtwiderstand	25 kΩ/0,5 W	WF 25 k/0,5
R 49	NTC-Widerstand	15 kΩ	WHD 461/15 k
R 50	Schicht-Drehwiderstand	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R 51	Drahtwiderstand	5 kΩ/4 W	WD 5 k/4
Rl 1	Zwergglimmlampe	220 V	RL 210
Rö 1	Pentode		EF 80
Rö 2	Pentode		EF 80
Rö 3	Pentode		EF 80
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Stabilisator		150 C 2
S 1	Scheibenschalter		SRN 311/2/32
S 2	Stufenschalter		12121 – 3
S 3	Scheibenschalter		SRN 314/32
S 4	Spannungswähler		FD 60511
Si 1	Schmelzeinsatz	400 mA	0,4 C DIN 41571
Tr 1	Netztransformator		12121 –56/2

INSTRUCTION BOOK

TUNABLE INDICATING AMPLIFIER

Type UBM BN 12121/2

Note: Always quote the Type and Order Number (BN) in addition to the Serial Number (FNr.) of the set when asking for technical information and, in particular, when ordering repair parts.

Edition 12121/2 A/762 d/e

1. Specifications 17

2. Uses 19

3. Operating Instructions 20
3.1. Preparation for Use 20
3.2. Input 20
3.3. Sensitivity and Feedback 21
3.4. Outputs 21
3.5. Indication 21
3.6. Tuning 21

4. Description 22

5. Table of Replaceable Parts 25

Front panel 29

Circuit diagram 31

1. Specifications

Frequency range	45 cps to 600 kc
in 5 sub-ranges	45 to 450 cps
	300 to 3000 cps
	2 to 18 kc
	12 to 120 kc
	70 to 600 kc
Type of operation	tuned and flat broadband response
Bandwidth in tuned operation	approx. 1 to 10%, adjustable
Input requirement for 10% of full-scale deflection	
at a bandwidth of approx. 2%	approx. 5 μv
in broadband operation	approx. 100 μv
Maximum input voltage	approx. 50 v_{rms}
Voltage indication	by meter
Scale calibration	linear up to $^1/_{10}$ of full-scale deflection; beyond this (2 decades) logarithmic
Gain control in tuned operation	in five 1 : 10 steps and continuous by feedback
Gain control in broadband operation	in five 1 : 10 steps
Input connector	adaptable 13-mm socket 4/13 DIN 47284 R&S Stock No. FMU 90100 (see also p. 18)
Input impedance	1 MΩ shunted by approx. 30 pf
Amplifier output	(a) adaptable 13-mm socket 4/13 DIN 47284 R&S Stock No. FMU 90100 (see also p. 18) (b) telephone jacks for 2 headsets
Output impedance	(a) approx. 10 kΩ (b) approx. 18 kΩ

Harmonic distortion of the output voltage	less than 1 % up to 400 kc, less than 1.5% up to 600 kc, with meter switched off and output voltage lower than 5 v
Hum voltage in the most sensitive range, referred to the input	approx. 2 μv
Power supply	115/125/220/235 v ±10% 47 to 63 cps (30 va)
Valves, etc.	4 valves EF 80 1 reference tube 150 C 2 1 0.4-amp fuse (0,4 C DIN 41571) 1 miniature glow lamp 220 v
Dimensions	470 x 275 x 260 mm (R&S Standard Cabinet 46)
Weight	15 kg

Screw-in connectors: The two coaxial 13-mm sockets FMU 90100 are suitable for plugs 4/13 DIN 47284, e. g. for the R&S types FS 413/11, FS 413/12 and FSW 413/11. Furthermore, they can be adapted to suit other connector systems. The screw-in connector can simply be screwed in and fixed with the two bolts supplied. We supply the following screw-in connectors:

Order No.	Mating connector
FHD 10990	UHF series (e.g. Amphenol)
FHD 20990	N series (e.g. Amphenol)
FHD 30990	C series (e.g. Amphenol)
FHD 40990	BNC series (e.g. Amphenol)
FID 90990	4/13 DIN 47283 (Siemens connector)
FLA 20990	General Radio 874 B
FMU 10990	R&S connector Dezifix B

2. Uses

Owing to its wide frequency and voltage ranges, the Tunable Indicating Amplifier Type UBM is a versatile instrument for the audio-frequency engineer in the laboratory and production test department as well as for the carrier-frequency engineer who needs it for monitoring. In the laboratory and test department the set may be used as a null detector of AF or RF test bridges, such as capacitance, inductance and frequency test bridges or the R&S Dielectric Test Bridge Type VKB.

Because of the high selectivity of the indicating amplifier it is of no importance whether the oscillator feeding the test bridge produces a sinusoidal or a distorted signal. It is also unimportant whether or not harmonics are produced in the test bridge itself, for example, by saturation of an input or output transformer or in the item under test. A sharp and thus unambiguous minimum of the unbalance voltage is obtainable in all cases, even with the harmonics present at the input of the indicating amplifier, so that the available accuracy of the bridge can be fully utilized.

Application of feedback through an RC phase shifter permits the fundamental frequency to be emphasized 100 : 1 with respect to harmonics. The indication is then determined only by the fundamental frequency of the input voltage. Even more pronounced is the emphasis of the fundamental wave in relation to a spurious frequency that is lower than the useful frequency, since this spurious frequency is additionally reduced by negative feedback. With an useful-to-spurious frequency ratio of 2 : 1, the spurious frequency in the above example will be attenuated about 250 : 1, while an amplitude ratio of 1000 : 1 is obtainable in the case of a frequency ratio of 10 : 1. This is of particular importance where the test voltage (e. g. 1000 cps) contains a large amount of hum (e. g. at the AC supply frequency). A broadband null detector whould then be useless in an accurate bridge measurement.

The Tunable Indicating Amplifier Type UBM maintains its selectivity when used as an amplifier. It may be employed as an amplifying resonant filter whose bandwidth is continuously adjustable from about 1 to 1% by feedback. The gain is then about 1000 bandwidth, that is, approximately 100,000 or a bandwidth of 1% (see also Fig. 2, page 17). The harmonic distortion of the output voltage of the Type UBM is less than approx. 1.5% from 400 to 600 kc, provided the indicator section of the Type UBM is disconnected and an output voltage of 5 v is not exceeded.

Its high selectivity being maintained even at low frequencies the Tunable Indicating Amplifier Type UBM is particularly useful for locating a hum-voltage source. This is of interest, for example, when an assembly of sets fed from the AC supply contains seve-

ral hum voltages the sources of which have to be detected. In very complex cases this problem can be solved by feeding the individual sets from sources differing in frequency and then locating the individual hum-voltage sources with the aid of the Type UBM. The indicating amplifier provides for reliable separation of closely spaced frequencies, such as 45 cps, 50 cps, and 55 cps.

The Type UBM finds further application in carrier-frequency engineering. It can be tuned to the audio frequencies, translator frequencies and carrier frequencies encountered in a carrier-frequency system and permits, e. g., the separating filters, which are of the sharp cutoff type in these systems, to be checked or the cross-talk attenuation to be determined. The Type UBM also offers coarse measurement of harmonic distortion by wave analysis. Finally, the set may be used as an RC oscillator covering 45 cps to 600 kc if no exacting demands are made as to harmonic distortion and frequency accuracy.

3. Operating Instructions

3.1. Preparation for Use

The set leaves the factory adjusted for operation from 220 v AC supply. To adapt it for 115, 125 or 235 v, loosen the four screws at the corners of the front panel, remove the chassis from its cabinet and insert a suitable microfuse in the pair of contact clips marked with the given supply voltage. The fuse provided for 220 v is also suitable for 235 v. For 115 or 125 v insert a 0.6-amp fuse. After the chassis has been properly put back into the cabinet and connected to the AC supply it can be switched on by turning the right-hand knob from OFF to INDICATION. The small glow lamp above the coaxial output socket is the voltage indicator.

3.2. Input

The shell of the coaxial input socket in the lower left-hand corner and the telephone jack below it connect to earth. Thus the connection to the Type UBM is also possible via 4-mm banana plugs. However, at low frequencies, in particular in the vicinity of the AC supply frequency, a shielded cable with a coaxial connector must be used. For suitable connectors and screw-in connectors see also page 16. The high input impedance of 1 MΩ in shunt with 30 pf generally means only immaterial loading of the item under test.

3.3. Sensitivity and Feedback

The second knob from the left permits adjustment of the voltage sensitivity in five decade steps. Step 5 is the most sensitive one. In tuned operation, the sensitivity also depends on the feedback factor varied by the FEEDBACK knob and thus on the bandwidth. The sensitivity increases with the amount of feedback. Conversely, the bandwidth decreases as feedback increases. With the FEEDBACK control turned against the left stop, the bandwidth is about 10%; it is about 1% at a still well-usable feedback adjustment. If maximum sensitivity is desired, increase the feedback until the amplifier begins to oscillate and then reduce it to the point where the oscillations just cease. The beginning and ceasing of the oscillations are indicated by a sudden rise and drop, respectively, of the output voltage. The amplifier must be readjusted after a change in feedback.

3.4. Outputs

The shell of the coaxial output socket and the telephone jack below it connect to earth. The coaxial output socket is of use, for instance, when the set is employed as a — tuned or broadband — voltage amplifier or when two amplifiers are connected in series via a coaxial cable to obtain extreme far-off selectivity. The impedance of this output is about 10 kΩ. For suitable connectors and screw-in connectors see also page 16. The two outputs marked PHONES are parallelled and connected to the coaxial output socket via an 8-kΩ resistor. The output impedance is about 18 kΩ.

3.5. Indication

In view of the purpose of this set, the meter scale has but a coarse calibration. The indication is nearly linear up to the first calibration mark; above this it is approximately logarithmic. The indicator section can be disconnected from the output by turning the MAINS & INDICATION switch from INDICATION to AMPLIFIER. This is always advisable when it is intended to use the set as an amplifier or resonant filter and to minimize the harmonic distortion of the output voltage.

3.6. Tuning

The control knob in the lower left-hand corner is the frequency-range switch and also serves to change over to flat broadband response. The knob in the left centre permits fine adjustment to the desired frequency. It should then be borne in mind that

the tuning is somewhat dependent upon the feedback factor adjusted for, and thus on the bandwidth. For this reason, the frequency scale has not been provided with a continuous, narrow-spaced graduation, as is otherwise customary, but calibration points have been provided at certain intervals, for instance, at 45, 50, 60, 70 cps, etc. These points are identified by marks whose lengths correspond to the frequency change resulting from the feedback applied. Their locations correspond to the tuning condition existing when the feedback is increased to the point where the oscillations are nearly about to start, i. e. to a feedback adjustment for a bandwidth of approximately 1%. At a bandwidth of 10%, on the other hand, the tuning is always at the right-hand end of a mark. Consequently, a readjustment is necessary after the feedback setting has been changed. The other controls do not affect the tuning.

4. Description

Fig. 1 shows a simplified circuit diagram of the Tunable Indicating Amplifier Type UBM. Fundamentally, the set operates as follows: The signal to be indicated in tuned or flat broadband response operation passes through the five-step input attenuator to the

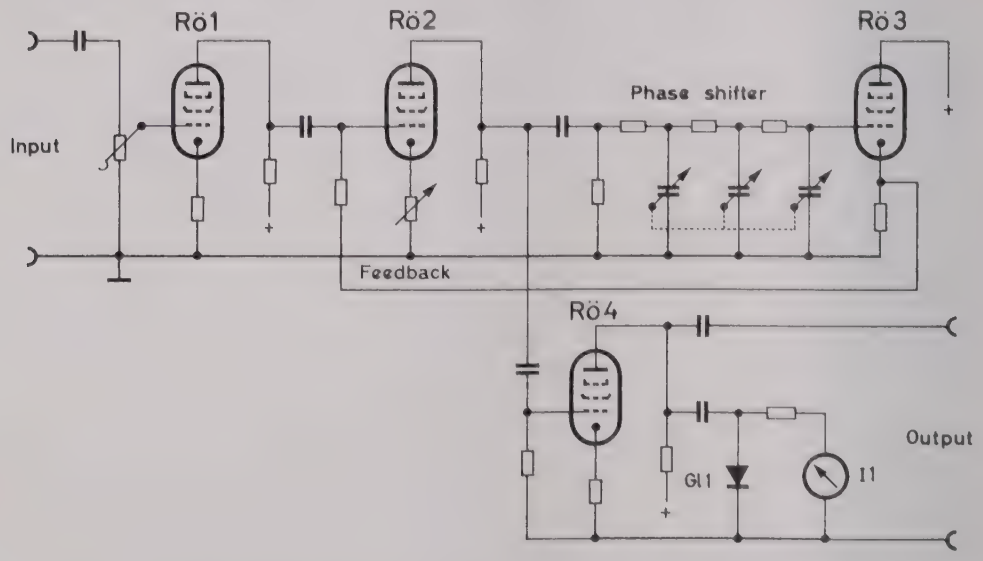


Fig. 1 Simplified circuit diagram of the Tunable Indicating Amplifier Type UBM

valve Rö1 operating as a broadband pre-amplifier and a buffer stage. Then it passes on to the amplifier Rö2, which can be switched over to tuned or broadband operation, and from the output of this valve to the broadband power stage Rö4. The crystal diode Gl1 and the moving-coil meter I1 serve to rectify and indicate the output voltage.

The desired frequency is selected by the RC phase shifter placed between the anode of Rö2 and the grid of Rö3. The cathode follower Rö3 is only the impedance transformer between the phase shifter output — which is of very high impedance particularly at low frequencies — and the feedback loop. Maximum output voltage (indication) is obtained when the phase shifter effects a phase shift of about 180° for the frequency of the input signal. The variable cathode resistor of Rö2 permits adjustment of the feedback up to self-oscillation of the amplifier. The gain is at its maximum and the bandwidth at the same time at its minimum immediately before the amplifier begins to oscillate. A gain up to 300,000 is adjustable by varying the feedback. The bandwidth is then approximately 0.3% of the frequency adjusted for. Continuous bandwidth variation up to about 10% is ensured by the adjustment of the feedback.

The overall gain of the set decreases as the bandwidth increases. Towards higher and lower frequencies, the feedback becomes less and less effective because of the increasing phase difference, the result being a rapid drop of the output voltage. Fig. 2 shows the basic shape of the response curve for three different bandwidths, i. e. feedback adjustments. As will be seen from this curve, the first harmonic can be attenuated about 100 : 1 at a bandwidth of 0.3%. Frequencies lower than that adjusted with the phase shifter are still more heavily attenuated since, with decreasing frequency, the phase shifter causes not only a phase displacement but also an increase in negative feedback. In the first position of the frequency range switch S2I to IV, the entire amplifier is in broadband operation (see circuit diagram).

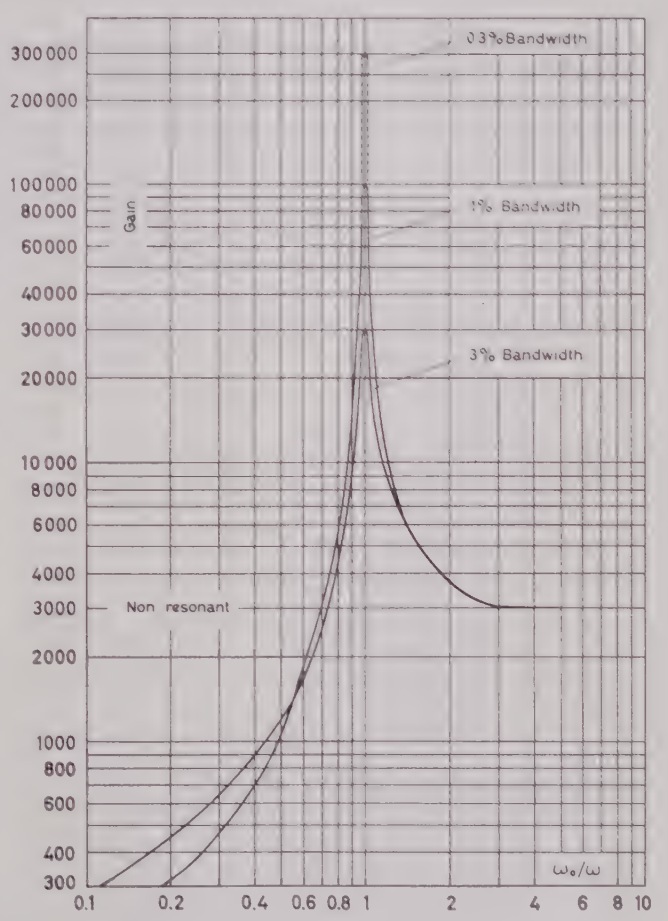


Fig. 2 Response curve as a function of the feedback factor

The phase shifter input is disconnected and the control grid of valve Rö3 shortcircuited to earth. The overall gain then averages 3000. In view of the logarithmic range of indication (100 : 1), continuous adjustment of the gain is not provided. However, the input attenuator permits the voltage sensitivity, and thus the gain, to be reduced in five 10 : 1 steps, the overal ratio hence being 10,000 : 1. The crystal diodes Gl1 serve to rectify the output voltage, the reading being taken from the moving-coil meter I1 (100 μa). The indicator section can be disconnected by S3 in order to minimize the harmonic distortion of the output voltage. The logarithmic meter calibration is obtained by the rectifier Gl2 acting as a voltage dependent shunt resistance.

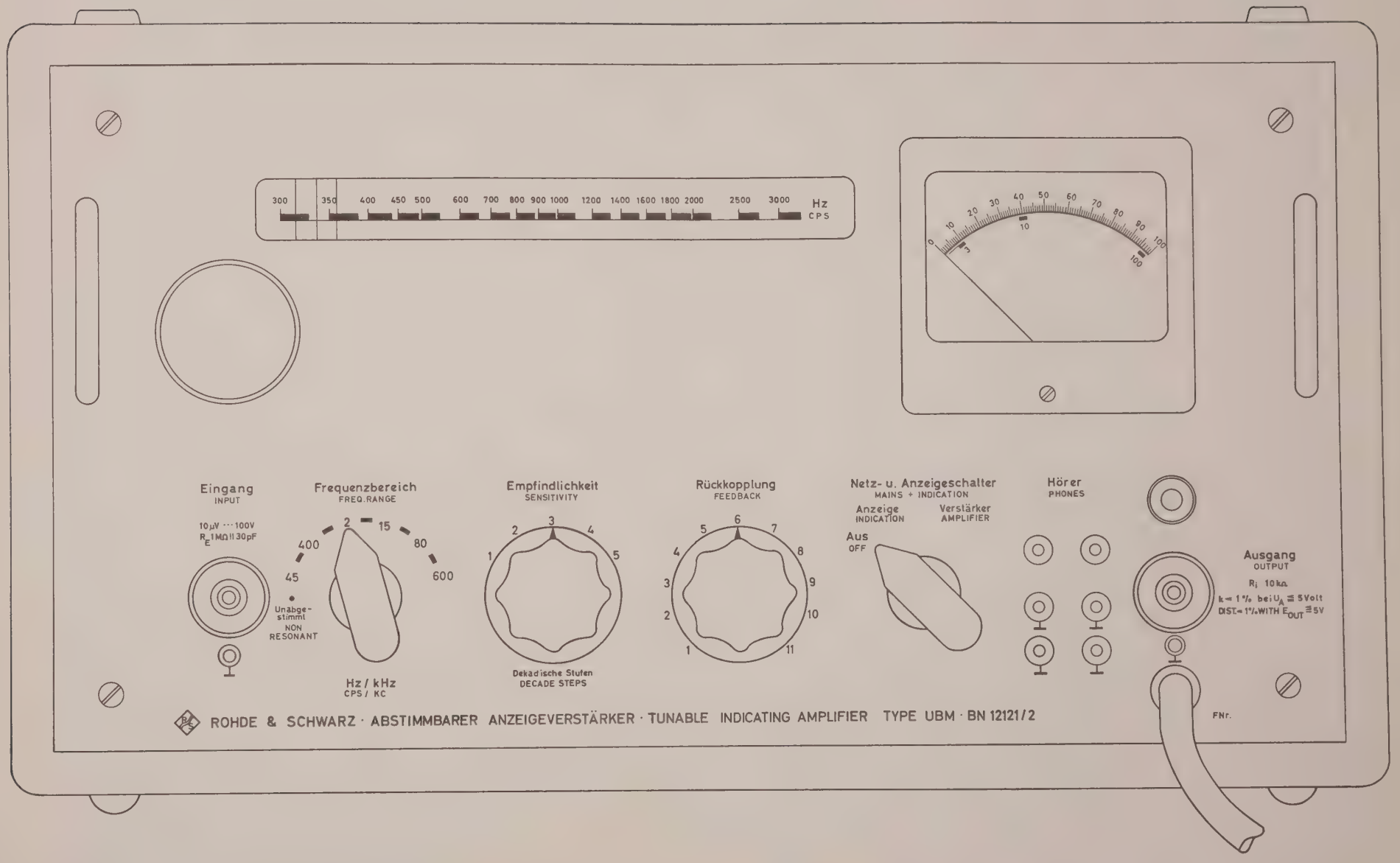
The power supply operates from 115, 125, 220 or 235 volts AC. The rectifier Gl4 serves to produce the anode supply voltage. The anode and screen voltages of the valves Rö1, Rö2 and Rö3 are regulated by Rö5. The valves Rö1 – Rö2 – Rö3 are heated by direct current taken from Gl3 and filtered by L1 – C40. Thus a high and constant feedback factor can be obtained and the very high voltage sensitivity can readily be utilized even with the set tuned to the AC supply frequency.

5. Table of Replaceable Parts

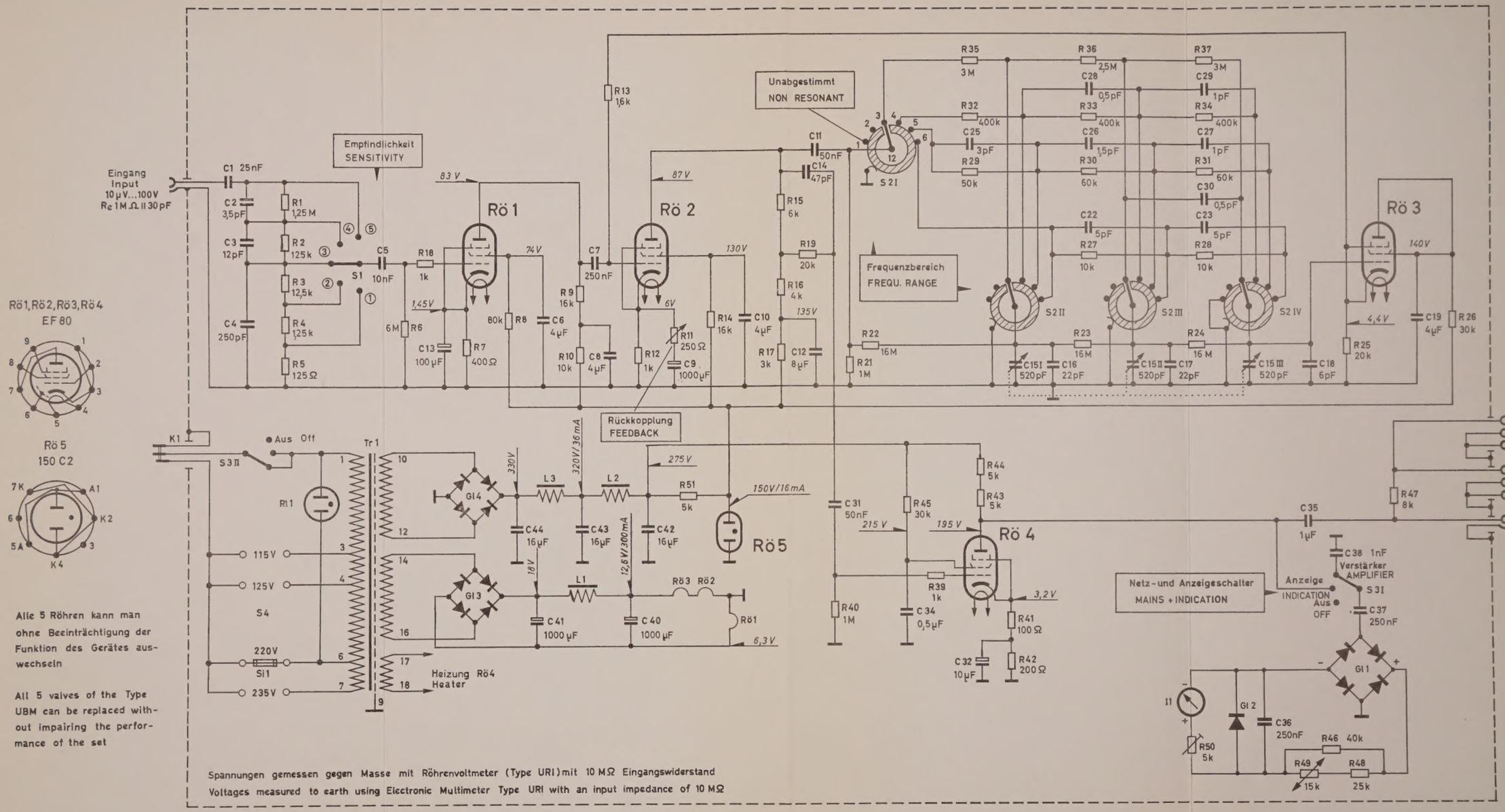
Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C 1	Capacitor, paper	25,000 pf/630 v	CPK 25 000/630
C 2	Capacitor, ceramic	3 pf 0.5 pf	CCG 41/3 CCG 11/0,5 parallel
C 3	Capacitor, ceramic	12 pf	CCG 68/12
C 4	Capacitor, synth. foil	250 pf/500 v	CKD 2/250/500
C 5	Capacitor, paper	10,000 pf/630 v	CPK 10 000/630
C 6	Capacitor, MP	4 µf/160 v	CMR 4/160 D
C 7	Capacitor, paper	250,000 pf/250 v	CPK 250 000/250
C 8	Capacitor, MP	4 µf/160 v	CMR 4/160 D
C 9	Capacitor, electrolytic	1000 µf/35 v	CEG 21/1000/35
C 10	Capacitor, MP	4 µf/160 v	CMR 4/160 D
C 11	Capacitor, paper	50,000 pf/630 v	CPK 50 000/630
C 12	Capacitor, MP	8 µf/160 v	CMR 8/160
C 13	Capacitor, electrolytic	100 µf/3 v	CED 3/100/3
C 14	Capacitor, ceramic	47 pf	CCH 68/47
C 15	Capacitor, variable	3 x 520 pf	CD 45311
C 16	Capacitor, ceramic	22 pf	CCG 68/22
C 17	Capacitor, ceramic	22 pf	CCG 68/22
C 18	Capacitor, ceramic	6 pf	CCG 68/6
C 19	Capacitor, MP	4 µf/160 v	CMR 4/160 D
C 22	Capacitor, ceramic	5 pf	CCG 68/5
C 23	Capacitor, ceramic	5 pf	CCG 68/5
C 25	Capacitor, ceramic	3 pf	CCG 41/3
C 26	Capacitor, ceramic	1.5 pf	CCG 11/1,5
C 27	Capacitor, ceramic	1 pf	CCG 21/1
C 28	Capacitor, ceramic	0.5 pf	CCG 11/0,5
C 29	Capacitor, ceramic	1 pf	CCG 21/1
C 30	Capacitor, ceramic	0.5 pf	CCG 11/0,5
C 31	Capacitor, paper	50,000 pf/630 v	CPK 50 000/630
C 32	Capacitor, electrolytic	10 µf/70 v	CED 3/10/70
C 34	Capacitor, MP	0.5 µf/250 v	CMR 0,5/250
C 35	Capacitor, MP	1 µf/250 v	CMR 1/250
C 36	Capacitor, paper	250,000 pf/250 v	CPK 250 000/250
C 37	Capacitor, paper	250,000 pf/250 v	CPK 250 000/250
C 38	Capacitor, paper	1000 pf/1000 v	CPK 1000/1000
C 40	Capacitor, electrolytic	1000 µf/35 v	CEG 21/1000/35

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
C 41	Capacitor, electrolytic	1000 µf/35 v	CEG 21/1000/35
C 42	Capacitor, MP	16 µf/350 v	CMR 16/350
C 43	Capacitor, MP	16 µf/350 v	CMR 16/350
C 44	Capacitor, MP	16 µf/350 v	CMR 16/350
Gl 1	Diodes, crystal		4 x GK 2551
Gl 2	Diode, crystal		GK/S 33
Gl 3	Rectifier	30 v/1000 ma	GNB 11/30/1000 B
Gl 4	Rectifier	360 v/100 ma	GNB 19/360/100 M
I 1	Ammeter, moving-coil	100 µa	INS 30111
K 1	Power cord		LK 303
L 1	Choke, heater		12121 – 22
L 2	Choke	28 h/1300 Ω	DB 20/2
L 3	Choke	16 h/270 Ω	DB 75/2
R 1	Resistor, depos. carbon	1.25 MΩ/0.25 w	WF 1,25 M/0,25
R 2	Resistor, depos. carbon	125 kΩ/0.25 w	WF 125 k/0,25
R 3	Resistor, depos. carbon	12.5 kΩ/0.25 w	WF 12,5 k/0,25
R 4	Resistor, depos. carbon	1.25 kΩ/0.25 w	WF 1,25 k/0,25
R 5	Resistor, depos. carbon	125 Ω/0.25 w	WF 125/0,25
R 6	Resistor, depos. carbon	6 MΩ/0.5 w	WF 6 M/0,5
R 7	Resistor, depos. carbon	400 Ω/0.25 w	WF 400/0,25
R 8	Resistor, depos. carbon	80 kΩ/0.5 w	WF 80 k/0,5
R 9	Resistor, depos. carbon	16 kΩ/0.5 w	WF 16 k/0,5
R 10	Resistor, depos. carbon	10 kΩ/0.5 w	WF 10 k/0,5
R 11	Resistor, depos. carbon, variable	250 Ω lin.	WS 5126/250
R 12	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.5 w	WF 1 k/0,5
R 13	Resistor, depos. carbon	1.6 kΩ/0.25 w	WF 1,6 k/0,25
R 14	Resistor, depos. carbon	16 kΩ/0.5 w	WF 16 k/0,5
R 15	Resistor, depos. carbon	6 kΩ/0.5 w	WF 6 k/0,5
R 16	Resistor, depos. carbon	4 kΩ/0.5 w	WF 4 k/0,5
R 17	Resistor, depos. carbon	3 kΩ/0.5 w	WF 3 k/0,5
R 18	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R 19	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/0.25 w	WF 20 k/0,25
R 21	Resistor, depos. carbon	1 MΩ/0.25 w	WF 1 M/0,25
R 22	Resistor, depos. carbon	16 MΩ ± 2%/0.5 w	WF 16 M/2/0,5
R 23	Resistor, depos. carbon	16 MΩ ± 2%/0.5 w	WF 16 M/2/0,5
R 24	Resistor, depos. carbon	16 MΩ ± 2%/0.5 w	WF 16 M/2/0,5
R 25	Resistor, depos. carbon	20 kΩ/0.5 w	WF 20 k/0,5

Ref. No.	Designation	Ratings	R&S Stock No.
R 26	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.5 w	WF 30 k/0,5
R 27	Resistor, depos. carbon	10 kΩ ± 1%/0.25 w	WF 10 k/1/0,25
R 28	Resistor, depos. carbon	10 kΩ ± 1%/0.25 w	WF 10 k/1/0,25
R 29	Resistor, depos. carbon	50 kΩ/0.25 w	WF 50 k/0,25
R 30	Resistor, depos. carbon	60 kΩ/0.25 w	WF 60 k/0,25
R 31	Resistor, depos. carbon	60 kΩ/0.25 w	WF 60 k/0,25
R 32	Resistor, depos. carbon	400 kΩ/0.25 w	WF 400 k/0,25
R 33	Resistor, depos. carbon	400 kΩ/0.25 w	WF 400 k/0,25
R 34	Resistor, depos. carbon	400 kΩ/0.25 w	WF 400 k/0,25
R 35	Resistor, depos. carbon	3 MΩ/0.5 w	WF 3 M/0,5
R 36	Resistor, depos. carbon	2.5 MΩ/0.5 w	WF 2,5 M/0,5
R 37	Resistor, depos. carbon	3 MΩ/0.5 w	WF 3 M/0,5
R 39	Resistor, depos. carbon	1 kΩ/0.25 w	WF 1 k/0,25
R 40	Resistor, depos. carbon	1 MΩ/0.25 w	WF 1 M/0,25
R 41	Resistor, depos. carbon	100 Ω/0.25 w	WF 100/0,25
R 42	Resistor, depos. carbon	200 Ω/0.25 w	WF 200/0,25
R 43	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.5 w	WF 5 k/0,5
R 44	Resistor, depos. carbon	5 kΩ/0.5 w	WF 5 k/0,5
R 45	Resistor, depos. carbon	30 kΩ/0.5 w	WF 30 k/0,5
R 46	Resistor, depos. carbon	40 kΩ/0.5 w	WF 40 k/0,5
R 47	Resistor, depos. carbon	8 kΩ/0.5 w	WF 8 k/0,5
R 48	Resistor, depos. carbon	25 kΩ/0.5 w	WF 25 k/0,5
R 49	Resistor, NTC	15 kΩ	WHD 461/15 k
R 50	Resistor, depos. carbon, variable	5 kΩ lin.	WS 9122 F/5 k
R 51	Resistor, wire-wound	5 kΩ/4 w	WD 5 k/4
Rl 1	Lamp, glow, miniature	220 v	RL 210
Rö 1	Pentode		EF 80
Rö 2	Pentode		EF 80
Rö 3	Pentode		EF 80
Rö 4	Pentode		EF 80
Rö 5	Reference tube		150 C 2
S 1	Switch, wafer		SRN 311/2/32
S 2	Switch, step		12121 – 3
S 3	Switch, wafer		SRN 314/32
S 4	Fuse strip		FD 60511
Si 1	Fuse	400 ma	0,4 C DIN 41571
Tr 1	Transformer, power		12121 –56/2



Frontplatte
Front panel



Stromlauf
Circuit diagram